

## СТАНОВИЩЕ

по конкурс за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

Направление: 4.2. Химически науки, специалност Електрохимия

с кандидат инж. Марина Христова Арнаудова, секция „Електрохимия и корозия“ ИФХ-БАН

Тема на дисертационния труд: ПОЛУЧАВАНЕ И ОХАРАКТЕРИЗИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ ПОКРИТИЯ НА НИКЕЛОВА ОСНОВА Ni-M, където M = W, Mo, TiOx

Председател на научното жури: проф. д-р Мария Петрова, ИФХ - БАН

### 1. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложна дейност на кандидата

Марина Арнаудова е завършила през 2001 г. Химикотехнологичния и Металургичен Университет в гр. София като магистър със специалност „Технология на материалите и материалознание“ към катедра „Електрохимия и защита от корозия“. Нейният трудов стаж започва през 2002 г. в секция „Електрохимия и корозия“ в ИФХ - БАН и минава съответно през химик, научен сътрудник III степен и пак химик. През периода 2020 г. – 2023 г. е била свободен докторант към същата секция. Темата на дисертационния труд е : „ПОЛУЧАВАНЕ И ОХАРАКТЕРИЗИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ ПОКРИТИЯ НА НИКЕЛОВА ОСНОВА Ni-M, където M = W, Mo, TiOx“ с научен консултант доц. д-р Рашко Рашков.

Дисертацията на инж. Марина Арнаудова е посветена на едни от най-често срещаните електродни материали, базирани на никел и негови сплави. В много случаи покритията от чисти метали не могат да удовлетворят предъявените към тях високи изисквания. Това е наложило да се търсят покрития с необходимите качества, които биха могли да се постигнат чрез отлагане на бинарни или по-сложни сплави. Едно възможно решение на този проблем са сплавите на никела с преходните елементи - волфрам, молибден, както и неговите композити с титанови оксиди. Във връзка с това целта на дисертационния труд е свързана с електрохимичното отлагане на сплави и композити на никела с W, Mo, TiOx, както и определянето на техните електрокаталитични и корозионни свойства с оглед на потенциалното им приложение като електроден материал за реакцията на отделяне на водород.

За постигане на тази цел проведените изследвания могат да се разделят на две групи:

1. Получаване на сплавни и композитни никелови покрития върху **медна подложка**. Използвани бяха електролити с различно съдържание на волфрам, nestехиометрични титанови оксиди и молибден при различни условия на електролизния процес (потенциал, режим на хидродинамика, концентрация на изходните вещества, pH). Получените материали бяха електрохимично охарактеризирани чрез изследване на:

- Електрокаталитичната активност за реакцията на отделяне на водород на никелови покрития с W, Mo и TiOx върху медна пластина в сравнение с чист никел
- Корозионната устойчивост – установено беше, че:
  - Покритията NiW и NiWTiOx показват най-добра корозионна устойчивост в 0.5MН<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, което се дължи на образуването на стабилна волфраматна фаза на повърхността. Импедансните изследвания предоставят доказателства за едновременните процеси на дифузия, образуване на нов слой и разтваряне на никел.

- В 6МКОН всички изследвани покрития показват значителна устойчивост на корозия, поради образуването на защитен слой от различни видове смесени хидроксида от типа  $\text{NiMeO}(\text{OH})_x$ , където  $\text{Me} = \text{Mo}$  или  $\text{W}$ . В тази среда сплавите  $\text{NiMoW}$  се открояват с най-висока стойност на поляризационното съпротивление.

**2. Получаване и охарактеризиране на сплавни и композитни покрития върху модифицирани и обикновени въглеродни влакна.**

Електрохимично са отложени покрития от типа  $\text{NiW}$ ,  $\text{NiWTiO}_x$ ,  $\text{NiMo}$  и  $\text{NiMoW}$  върху окислени и неокислени въглеродни влакна. Слоевете получени върху окислена подложка притежават по-развита повърхност поради формирането на гелообразен слой и се характеризират с по-добра електрокаталитична активност по отношение на реакцията на отделяне на водород.

## **2. Основни научни и научно-приложни приноси**

Дисертационният труд е написан на 98 страници, съдържа 40 фигури, 14 таблици и са цитирани 80 литературни източника. Авторефератът отразява коректно основните резултати от дисертационния труд.

Изброените научни и научно-приложни приноси адекватно отразяват постиженията на дисертационния труд и могат да бъдат формулирани, както следва:

- Електрохимично са получени сплавни и композитни материали на никелова основа с  $\text{W}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{TiO}_x$  върху различни подложки. Установена е зависимост на състава на покритията от параметрите на електролизния процес, като са подбрани оптималните условия за получаване на покрития с необходимите характеристики.

- Изучена е електрокаталитичната активност на получените материали по отношение на реакцията на отделяне на водород (HER). Установено е, че всички покрития проявяват по-добри електрокаталитични отнасяния спрямо чистото никелово покритие. Сплавите съдържащи молибден, показват най-добра електрокаталитична активност за HER в сравнение с останалите изследвани системи в алкална среда.

- Проведени са задълбочени корозионни изследвания в две моделни среди, използвайки различни електрохимични методи. Установено е, че в кисела среда ( $0.5\text{M H}_2\text{SO}_4$ ), най-добра корозионна устойчивост показват сплав  $\text{NiW}$  и композитът  $\text{NiWTiO}_x$ , което се дължи на образуването на стабилна волфраматна фаза ( $\text{H}_{0.33}\text{O}_3\text{W}$  и  $\text{H}_2\text{O}_4\text{W}$ ) под формата на нишковидни кристали на повърхността. В алкална среда (6МКОН) всички изследвани покрития демонстрират значителна корозионна устойчивост. Наред с добрата каталитична активност в тази среда, те успешно биха могли да бъдат използвани като електроден материал за производство на водород.

## **3. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература**

Основната част от резултатите в дисертационния труд са оформени и отразени в пет публикации, от които една с Q1, една с Q2 и три в сборници от конференции (на една е първи автор). Част от резултатите са докладвани на национални и международни форуми. Инж. Марина Арнаудова е участвала в седем национални и международни изследователски проекта.

## **4. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата**

Имам един въпрос: каква е разликата между окислени, неокислени, модифицирани и обикновени въглеродни влакна?

**Заклучение:**

Инж. Марина Арнаудова се вижда, че е овладяла специфични електрохимични и физични методи, които успешно е използвала за охарактеризирането на новите сплавни и композитни покрития върху два вида подложки.

От приложената справка за минималните изисквания на ИФХ за научната дейност на химик Марина Арнаудова за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ (съгласно Правилника ЗРАСРБ, ИФХ-БАН) се вижда, че при минимални изискуеми 30 точки, докторантката има актив от 45 точки (две публикации с IF) и 41 броя цитати върху тези две публикации.

В заключение искам да подчертая, че обема, качеството на научните приноси и наукометричните показатели представени от докторантката ми дават основание с убеденост и удоволствие да препоръчам на членовете на Уважаемото научно жури да гласуват за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Електрохимия“ на инж. Марина Арнаудова.

08.07.2025г.

Подпис:  
(проф. д-р М.